

(5) Japanese Patent Application Laid-Open No. 2001-237195:

“Flashing Light Irradiation-Heating Device”

The following is an English translation of the abstract of the above application.

The invention of the above application relates to a flashing light irradiation-heating device for heat-treating a work with flashing light irradiated from a flashing light discharge lamp. The device comprises preheating means to heat the work prior to flashing light irradiation. The preheating means have a light source lamp for preheating and a prism block made of glass. In the preheating means, light from the light source lamp for preheating enters the prism block at one end surface, repeats a complete reflection at side surface, and exits from the other end surface to irradiate and heat the work.

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2001-237195

(P2001-237195A)

(43) 公開日 平成13年8月31日 (2001.8.31)

(51) Int.Cl.<sup>7</sup>

H 0 1 L 21/26

識別記号

F I

H 0 1 L 21/26

データベース (参考)

G

審査請求 未請求 請求項の数 4 O L (全 6 頁)

(21) 出願番号 特願2000-49021 (P2000-49021)

(22) 出願日 平成12年2月25日 (2000.2.25)

(71) 出願人 000102212

ウシオ電機株式会社

東京都千代田区大手町2丁目6番1号 朝  
日東海ビル19階

(72) 発明者 斎藤 滋

兵庫県姫路市別所町佐土1194番地 ウシオ  
電機株式会社内

(72) 発明者 大和田 樹志

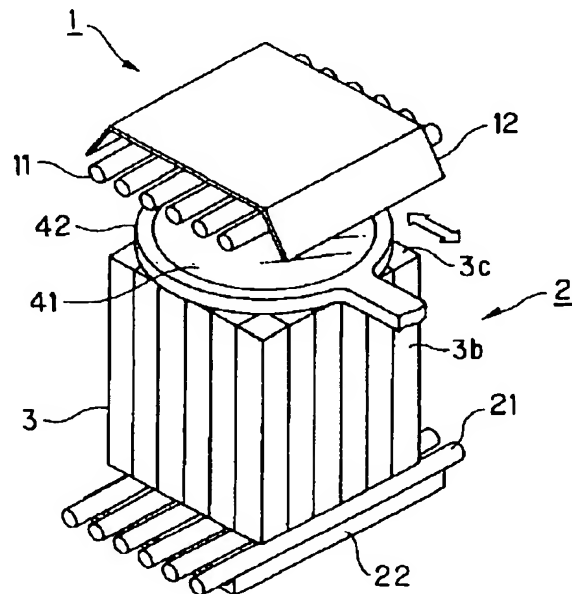
兵庫県姫路市別所町佐土1194番地 ウシオ  
電機株式会社内

(54) 【発明の名称】 閃光照射加熱装置

(57) 【要約】

【課題】 ワークを閃光放電ランプよりの閃光を照射して加熱処理する閃光照射加熱装置において、ワークを効率よく、急速、且つ、均一に加熱することができる予備加熱手段を提供すると共に、ワークを短時間で均一に熱処理することができる閃光照射加熱装置を提供すること。

【解決手段】 ワークを閃光放電ランプよりの閃光を照射して加熱処理する閃光照射加熱装置において、前記閃光照射加熱装置は閃光照射に先立って加熱する予備加熱手段を含み、該予備加熱手段は、予備加熱用の光源ランプとガラス製の角柱ブロックとを有し、この予備加熱用光源ランプからの光を当該角柱ブロックの一端面から入射して、当該角柱ブロックの側面において全反射を繰返しながら該角柱ブロックの他端面より出射してワークを照射して加熱する加熱手段からなる。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 ワークを閃光放電ランプよりの閃光を照射して加熱処理する閃光照射加熱装置において、前記閃光照射加熱装置は閃光照射に先立って加熱する予備加熱手段を含み、該予備加熱手段は、予備加熱用の光源ランプとガラス製の角柱ブロックとを有し、この予備加熱用光源ランプからの光を当該角柱ブロックの一端面から入射して、当該角柱ブロックの側面において全反射を繰返しながら該角柱ブロックの他端面より出射し、当該ワークを照射して加熱する加熱手段からなることを特徴とする閃光照射加熱装置。

【請求項2】 前記予備加熱手段はワークの一方の面を加熱するよう配置されており、前記閃光放電ランプよりの閃光が該ワークの他方の面に照射されることを特徴とする請求項1に記載の閃光照射加熱装置。

【請求項3】 前記閃光放電ランプはワーク処理面に対して平行移動が可能であることを特徴とする請求項1又は2に記載の閃光照射加熱装置。

【請求項4】 前記角柱ブロックは、 $\alpha$ 値の含有量が5 ppm以下の石英ガラスからなることを特徴とする請求項1乃至3の何れかに記載の閃光照射加熱装置。

## 【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、半導体ウェハ等、ワークの熱処理に使用される加熱装置に係り、閃光放電ランプよりの閃光をワークに照射して短時間に加熱処理する閃光照射加熱装置に関する。なかでも、閃光照射前にワークを予備的に加熱する予備加熱手段に関する。

【0002】

【従来の技術】半導体ウェハ等の製造において、ワークに熱処理を施して、表面に酸化膜を形成させたり、内部に不純物を拡散させたりすることが知られている。上記熱処理に係る加熱方法として、閃光放電ランプよりの閃光をワークに照射してワークの反応温度まで加熱する閃光照射加熱方法が知られている。係る閃光放電ランプによる加熱方法では、ワークに閃光放電ランプよりの閃光を照射するに先立ち、ワークをあらかじめある温度まで予備的に加熱しておく。この理由は、閃光放電ランプのみでワークを例えば500℃以上昇温させようすると、極めて大きな照射強度が必要になり、短時間で発光管の破裂に至るなど、使用寿命が著しく短くなるため、比較的小さな照射強度で所定の反応温度までワークの温度を昇温できるように、閃光照射時の温度と反応温度との温度差を小さくするためである。このような閃光放電ランプによる加熱方法は、例えば特開昭57-162340号公報に開示されている。

【0003】閃光放電ランプを用いた閃光照射加熱装置（従来装置）の構成を図6に示す。同図に示すように、ワーク41の直上には、複数本の閃光放電ランプ11が

平板状のワーク41に対して平行に並設されており、更にその上には該閃光放電ランプ11の閃光をワーク41に向けて照射する反射ミラー12が具備されている。同図において、ワーク41が搭載される載置台5には、例えばワーク41と略同心円に配置された複数の環状ヒータ（図示省略）等からなる予備加熱手段を具えており、この予備加熱手段により、ワーク41は閃光照射に先立って予備的に加熱される（予備加熱）。ワーク41が十分に予備加熱された後、ワーク41に閃光照射すると、ワークは被照射面が瞬時に反応温度まで昇温し（尚、後段において、閃光照射による加熱を「主加熱」と称す）、熱処理が完遂されるようになる。

【0004】上記閃光照射による加熱方法においては、ワークに熱的ダメージが生じない範囲で適宜予備加熱すれば良いが、なかでもその温度を高くすると、ワーク熱処理に必要な反応温度との差が小さくなるので、主加熱時の昇温にかかるエネルギーが小さくて済み、よって閃光エネルギーの強度を小さくすることができ、閃光放電ランプの短寿命化を防止できて好ましいものとなる。

【0005】

【発明の解決しようとする課題】ところで、従来装置に係る予備加熱手段では温度制御が困難で、ワークの全域を均一に加熱することができなかった。このため、ワークの主加熱後においては、予備加熱時の温度差によって処理にむらを生じたり、欠損が生じる。

【0006】又、閃光放電ランプを用いた加熱装置では、ワークを枚挙に処理するものであり、高い生産性を実現させるために予備加熱に要する時間を短縮し、高効率化を図りたいという事情がある。しかしながら、従来装置に係るヒータでは一般に温度の立上がりか鈍くて上記要請に対応することはできなかった。

【0007】以上のように、閃光照射に先立つ予備加熱においては、ワークの温度を急速、且つ、均一に昇温させることは不可能であった。そこで本願発明は、半導体ワーク等のワークを閃光放電ランプよりの閃光を照射して加熱処理する閃光照射加熱装置において、ワークを効率よく、急速、且つ、均一に加熱することができる予備加熱手段を提供し、よって、短時間で均一にワークを熱処理することができる閃光照射加熱装置を提供することにある。

【0008】

【課題を解決するための手段】そこで、本願発明は、ワークを閃光放電ランプよりの閃光を照射して加熱処理する閃光照射加熱装置において、前記閃光照射加熱装置は閃光照射に先立って加熱する予備加熱手段を含み、該予備加熱手段は、予備加熱用の光源ランプとガラス製の角柱ブロックとを有し、この予備加熱用光源ランプからの光を当該角柱ブロックの一端面から入射して、当該角柱ブロックの側面において全反射を繰返しながら該角柱ブロックの他端面より出射し、当該ワークを照射して加熱

する加熱手段からなることを特徴とする。そして、前記閃光照射加熱装置において、予備加熱手段はワークの一方の面を加熱するよう配置されており、前記閃光放電ランプよりの閃光が該ワークの他方の面に照射されることを特徴とする。更に、前記閃光照射加熱装置の閃光放電ランプは、ワーク処理面に対して平行移動が可能であることを特徴とする。尚、前記角柱ブロックは、OH基の含有量が5 ppm以下の石英ガラスからなるのが好ましい。

【0009】

【発明の実施の形態】以下に、図面に基いて本発明の実施の形態を具体的に説明する。図1は、本願発明に係る閃光照射加熱装置を斜め上方より見た概略説明図である。又、図2はこの閃光照射加熱装置を閃光放電ランプの管軸の断面方向から見た概略説明図である。図2において示すように、ワーク41の上方においてワーク41の上面に閃光を照射する閃光照射ユニット1と、これに対向してワーク41下方に載置されて当該ワーク41の下面を照射して予備加熱する予備加熱用ユニット2とからなる。尚、図2においてワーク41表面（熱処理される面）は41a面であり、反対側の41b面が裏面である。

【0010】図3は、本発明に係る閃光照射加熱装置に係る予備加熱ユニットの構成の一部を抜き出した図で、予備加熱用光源ランプの管軸の断面方向から見た模式図である。21は予備加熱用光源ランプで、ハロゲンランプ、キセノンランプ、水銀ランプなどのランプからなる。22は該ランプよりの放射光を反射する反射ミラー、3はガラス製の角柱ブロックで石英ガラスやバイレックスガラスのように、光の屈折率の大きなガラスで角柱状に成形されたものである。予備加熱用光源ランプ21よりの放射光及び反射ミラー22からの反射光は、該角柱ブロック3の3a面に入射されて、側面に3bで反射され、最終的に3c面より出射される。同図内に予備加熱用光源ランプ21よりの放射光の反射状況を示すと、角柱ブロック3の下側の端面3aより入射された、光はスネルの法則により、角柱ブロック3の有する光の屈折率が1.41以上である場合は、90°に近い極めて大きな入射角度 $\theta_1$ で角柱ブロック3に入射した光も、同図中の実線矢印で示すように、角柱ブロック3の軸心から $\theta_1$ が45°以内の角度成分の光になる。すなわち、角柱ブロック3の一端面（3a）に入射した全ての光は、角柱ブロック3の軸心から45°以内の角度成分の光になる。つまり、石英ガラス（波長1.0 $\mu$ mの光に対する屈折率=1.45）やバイレックスガラス（波長1.0 $\mu$ mの光に対する屈折率=1.47）からなる角柱ブロック3においては、該角柱ブロック3の下側の端面3aより入射した全ての光は、図3の破線矢印で示すように、角柱ブロック3の軸心から $\theta_1$ が45°以内の角度成分の光になり、角柱ブロック3の一端面

（3a）に入射した光の内、角柱ブロック3の側面（3b）に入射する光は $\theta_1$ が45°以上の角度を持って入射するので、角柱ブロック3の側面（3b）で全反射して、この側面（3b）から直接外に出ることはない。そして、光は角柱ブロック3内で全反射を繰り返しながらこれを透過するようになる。角柱ブロック3の光の透過方向の長さが長いほど、角柱ブロック3の側面（3b）で反射せずに直接透過する光が少なくなり、全反射を繰り返しながら透過する光の割合が大きくなるとともに、全反射する回数も多くなる。そして、角柱ブロック3の側面（3b）で全反射を繰り返した光は、角柱ブロック3を直接透過する光と共に、角柱ブロック3の他端面（3c）から出射するようになる。

【0011】角柱ブロック3の側面（3b）で幾度となく光が全反射された結果、角柱ブロック3の上方に向かうにしたがって角柱ブロック3の任意断面における放射エネルギー密度の差異が小さくなり、このようにして長い角柱ブロック3内を光が透過した結果、角柱ブロックの他端面（3c）に対向した位置では放射エネルギーが同等になって、該他端面（3c）に載置されたワークに均一な光が照射されるようになる。よって、ワーク41が均一に加熱されるようになる。

【0012】理由を以下に詳細に説明する。図4は、被照射面である角柱ブロック3の一端面から予備加熱用の光源ランプ21を見た場合のランプの像を示すが、角柱ブロック3を直接透過せずに角柱ブロック3の側面で全反射した光は、点線で示す複数の予備加熱用光源ランプ21虚像から来ているように見えるので、光源が非常に多く存在することになる。そして、光が角柱ブロック3の側面で全反射する回数が多いほど、光源の数が多くなる。従って、被照射面においては、極めて多数の光源から光が来ているのと同じことになり、被照射面の場所による放射エネルギーの差異が小さくなり、従って、ワーク41を均一に加熱できるようになる。この結果、図5に示すよう、ワーク41の温度分布曲線（斜線部）は、極めてフラットな曲線になる。また、角柱ブロック3の側面から光が外に逃げないで、当該角柱ブロック3に入射した光を全てワーク41に照射できてワークの加熱に利用することができるので、高効率な光加熱を実現できる。

【0013】尚、予備加熱用光源ランプ21には、ハロゲンランプ、キセノンランプ、水銀ランプなどのランプを使用できるが、これらのランプは、ほぼ0.3~3.0 $\mu$ mの波長の光を放射するので、該ランプよりの放射光の一部は、角柱ブロック3に吸収されることがある。角柱ブロック3が石英ガラスの場合、その製法によっては多くのOH基を含んでしまうが、この石英ガラスのOH基の含有量を5 ppm以下にすると、該OH基による光の透過率の悪影響が小さくて予備加熱用光源ランプ21から放射される光を効率良く利用できる。具体的に

は、真空溶融して形成する無水石英ガラスは、OH基をほとんど含まないので好ましい。

【0014】以上のように、上記構成に係る予備加熱ユニットによると、効率よく、且つ、均一にワークを加熱することが可能になる。従って、閃光照射による加熱装置の予備加熱手段として係る構成を有する加熱手段を採用することで、主加熱に先立って行われる予備加熱に要する時間を極めて短縮できて、ワークの均一加熱が可能となり、更にワークを均一に熱処理することができる。

【0015】以下、本発明の一実施形態を説明する。予備加熱ユニット2は、予備加熱用光源ランプ21と、反  
射ミラー22と、ガラス製の角柱ブロック3とからなる。予備加熱用光源ランプ2は、例えば、赤外線を多く含む光を放射するハロゲンランプで、ワークの温度が300～500℃に達するよう電力は調整される。

【0016】予備加熱用光源ランプ21の背面(図において下方)に置かれた反射ミラー22は、例えば耐熱性のセラミックスからなり、その反射面22aは予備加熱用光源ランプ21の形状に沿って樋状の溝が形成されており、鏡面状に加工されている。

【0017】一方、予備加熱用光源ランプ21上には、例えば、底面が35mm×35mm、長さ150mmの四角形であるガラス製の角柱ブロック3が、例えば6×6(計36本)セットされる。これら角柱ブロック3は、予備加熱用光源ランプ21が並べられた平面に対して起立した状態に立てて配置され、該角柱ブロック3同士の間隔が0～0.2mmとなるよう密接して並べられている。上記ガラス製の角柱ブロック3の材質としては、ガラスのなかでも光の屈折率が高いものが好ましく、例えば、石英ガラス、バイレックス等が挙げられる。尚、光の屈折率では1.41以上が好ましい。図1、2において、ワーク41は、予備加熱ユニット2の直上において保持部材42上に水平に載置される。保持部材42は、例えば透光性の石英ガラスであり、予備加熱用光源ランプ21からの放射光を透過するような材質で構成される。

【0018】ワーク41の上方において位置される閃光照射ユニット1は、当該ワーク41の面に対し平行な仮想平面上にある。そして、該閃光照射ユニット1により閃光照射するときには、複数の閃光放電ランプ11は、ワーク41面に対して等間隔に近接配置されるように並べられる。尚、閃光放電ランプ11のワーク41とは反対側の位置に一枚の反射ミラー12が配置されている。

【0019】閃光放電ランプ11は、発光管の大きさが例えば、外径10mm、肉厚1.0mm、全長が280mmであり、石英ガラスよりなる。この両端には高融点金属からなる電極が、電極間距離220mmとして対向配置されており、キセノン(Xe)ガスが封入されている。係る閃光放電ランプ11は、例えば20本用意される。そして、ワーク41の表面(図2において41a

面)に対して、例えば25mm離隔されて配置される。上記構成に係る閃光照射ユニット1では、照射面積は例えば200mm×200mmである。

【0020】図2のように、前記閃光照射ユニット1には、前記仮想平面を移動することができる駆動装置(図示省略)が具備される。該閃光照射ユニット1が駆動できると、ワーク41の予備加熱時には予備加熱用光源ランプ21からの光が3bを通して該閃光照射ユニット1に照射されないように、該閃光照射ユニット1を後退させておき、ワーク41の予備加熱が完了したら、当該閃光照射ユニットをワークの直上に移動させて閃光照射するようにできて、ワーク41の予備加熱時において、予備加熱用光源ランプの光が閃光照射ユニット1に照射されずに済み、当該閃光照射ユニット1の過熱を防止できる。

【0021】尚、ワークの温度分布曲線は極めてフラットな曲線になるが、ワークの外周縁からも熱が放射するので、ワークの端部近傍においては温度低下を生じてしまう。このため、予備加熱ユニットのワークの端部に対応させて、光源ランプの放射エネルギーを大きくするのがよい。具体的手段としては、図1に示したような直管状のハロゲンランプを用いる場合は、並べられた光源ランプのうち、両脇の位置にあるハロゲンランプの電力をそれ以外のものに比較して大きくすると共に、中心側に位置されたハロゲンランプの発光量を、個々のハロゲンランプで封装されたフィラメントの巻回密度を大きくする等の方法によって、両端において大きくするといった手段がある。本発明においては、光源ランプよりの放射エネルギーが角柱ブロックに入射されると、角柱ブロック毎に光が射出されるので隣接する光源ランプの影響をほとんど受けなくなる。従って、予備加熱用の光源ランプの出射エネルギーを、ワークの位置に対応させて制御することにより、予備加熱ユニット全体から出射するエネルギーの分布曲線を所望の形状に容易に制御することができ、ワークの端部の温度を中央部と同等にすることができる。

【0022】以上のように、予備加熱用光源ランプよりの光をガラス製の角柱ブロックの一端面より入射して、当該角柱ブロックの側面において全反射を繰返しながら該角柱ブロックの他端面より出射してワークを加熱するので、多数の光源から放射される光で被処理物を加熱しているのと同等になり、ワークの全域をきわめて均一に加熱することができる。そして、予備加熱用光源ランプよりの放射エネルギーを極めて効率良くワークに照射することができるので、当該ワークを急速に加熱することができる。そして、本発明に係る閃光照射加熱装置によれば、上記予備加熱手段を採用することで、高効率故に、均一かつ急速に予備加熱が行えるので、予備加熱にかかる時間も短縮でる。

【0023】尚、ワークの表側に閃光照射ユニットを位

置させて、裏側に予備加熱ユニットを配置しておくことにより、予備加熱を行いながら閃光を照射でき、予備加熱後もワークが冷めることなく、ワーク全体を所望の予備加熱温度まで昇温させて閃光照射できるので、一層の高効率化を図ることができる。そして、主加熱に要する時間を短縮できて、ワークが高温に曝される時間も極めて短くて済みワークの加熱処理部以外の個所における加熱による欠損等、ワークへのダメージも防止できる。

【0024】ところで、上述した実施形態においては、1本の予備加熱用の光源ランプに対して6本の角柱ブロックを使用したのがこれに限定されることがなく適宜変更可能である。又、角柱ブロック同士が密接に並設できれば良く、角柱ブロックの断面形状は四角形に限定されることが無く、その他の多角形でも良い。

【0025】更に、予備加熱用の光源ランプは、ハロゲンランプに限定されることが無く、上記したように、紫外線や可視光を多く含む光を放射するキセノンランプや水銀ランプ等の放電ランプを用いても、同様の効果を奏する。

【0026】上述の実施形態に係る構成の閃光照射加熱装置により、厚さ0.5mm、直径200mmのシリコンウェハを加熱した実施例を以下に述べる。予備加熱ユニットの光源ランプは定格80kWである。これを5秒間保持して予備加熱を行った。しかる後シリコンウェハ温度は中心部において約400℃で該ウェハの端部との温度差は±4℃以下であった。しかる後、閃光照射ユニットをワークの直上に移動させて予備加熱ユニットよりの光照射を継続しながら閃光放電ランプを点灯した。閃光放電ランプ1本当りの発光エネルギーは2.8～3.0kJで、パルス巾(1/2波高長)を1.0～3.0msec(ミリ秒)で発光照射した。シリコンウェハへの閃光照射後、ウェハは加熱の効果が見られ、熱処理が完全に終了したと確認された。

【0027】

【発明の効果】以上説明したように、本発明の閃光照射加熱装置は、閃光照射するに先立ち、予備加熱用光源ランプよりの光をガラス製の角柱ブロックの一端面より入射して、当該角柱ブロックの側面において全反射を繰返しながら該角柱ブロックの他端面より出射してワークを加熱するので極めて多数の光源から放射される光で被処理物を加熱しているのと同等になりワークの全域をきわ＊

＊めて均一に加熱できて、急速、且つ、均一にワークの予備加熱を行うことができる。このように、ワークを均一に予備加熱できるので、主加熱によるワークの熱処理にむらを生じないでワーク全域を均質に処理できるようになる。又、予備加熱手段によってワークの裏側を加熱することにより、閃光放電ランプよりの閃光を照射するときも、ワークの予備加熱温度を保持することができ、予備加熱から主加熱までの熱ロスが小さくてきて、熱処理の反応温度まで瞬時に昇温されるようになり、効率が非常に良いうえ、主加熱にかかる時間も閃光加熱な為、極めて短くて済む。又、加熱は表面のみが閃光により加熱されるのでワーク全体の過剰加熱が防止されて過不足無く熱処理することができるようになる。

【0028】尚、予備加熱手段における角柱ブロックが石英ガラスからなる場合は、石英ガラスのOH基含有量を5ppm以下とすることにより、赤外線石英ガラスへの吸収量が少なくなって効率良くワーク加熱することができ、予備加熱における更なる高効率化を実現できる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本願発明に係る閃光照射加熱装置を斜め上方より見た概略説明図である。

【図2】 閃光照射加熱装置を閃光放電ランプの管軸の断面方向から見た概略説明図である。

【図3】 予備加熱ユニットの構成を説明するハロゲンランプの断面方向から見た概略説明図である。

【図4】 角柱ブロック一端面から光源ランプを見た場合のランプの像を説明する図である。

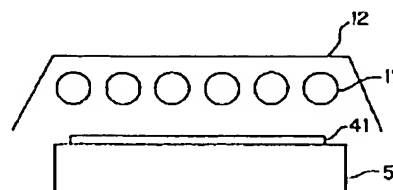
【図5】 ワークの温度分布曲線を示した図である。

【図6】 従来の閃光照射加熱装置の概略図である。

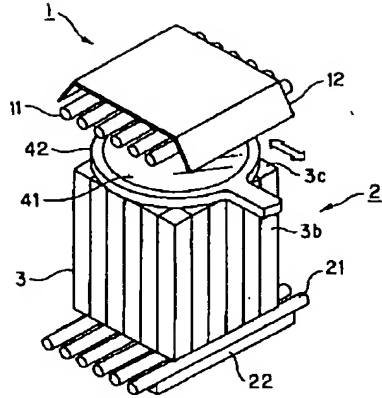
【符号の説明】

- 1 閃光照射ユニット
- 11 閃光放電ランプ
- 12 反射ミラー
- 2 予備加熱ユニット
- 21 予備加熱用光源ランプ
- 22 反射ミラー
- 3 角柱ブロック
- 41 ワーク
- 42 保持部材
- 5 ワーク載置台

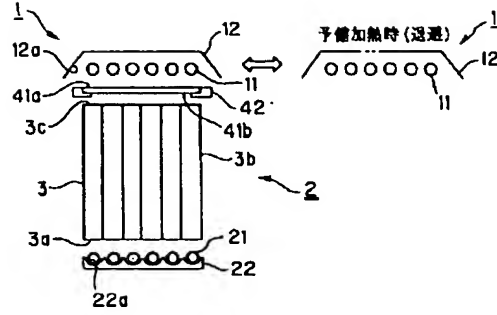
【図6】



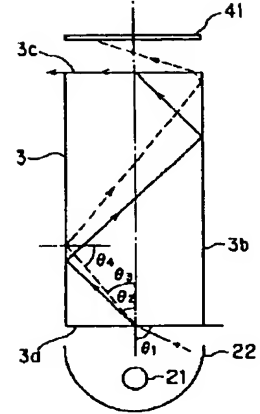
【図1】



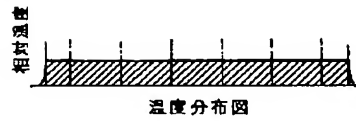
【図2】



【図3】



【図5】



【図4】

